Library

Desinfektionsversuche

mit

chemisch reinem Wasserstoffsuperoxyd

(Mercks hochprocentigem $H_2 O_2$).

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde in der Medizin und Chirurgie

welche

mit Genehmigung der hohen medizinischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität

Halle-Wittenberg

Freitag, den 19. Dezember 1902, Vormittags 11 Uhr,

öffentlich vortragen wird

Hugo Decius,

Arzt

aus Minden.

Halle a. S.

Hofbuchdruckerei von C. A. Kaemmerer & Co.

1902.

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Halle.

Referent: Prof. Dr. Fränkel.

Fraenkel,
d. Z. Decan.

Seiner lieben Mutter

in Dankbarkeit

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153712_0447

Seitdem vor mehr als 80 Jahren der französische Forscher Thénard zur Entdeckung des Wasserstoffsuperoxyds gelangte, hat das Mittel nicht nur für Chemie und Industrie, sondern in gleichem Grade auch für die Medizin fortschreitend an Bedeutung gewonnen. Mit Verbesserungen in der Darstellungsweise, wie sie durch die Untersuchungen einer grossen Anzahl von Forschern (Osann, Duprey, Böttcher, Hanriot, Lustig, Traube, Wolffenstein u. a.) allmählich bewirkt wurden, war begreiflicherweise auch einer weiteren therapeutischen Anwendung des Mittels der Weg geöffnet, und neben anderen Eigenschaften nahm vor allen Dingen die antiseptische Kraft des Wasserstoffsuperoxyds die Aufmerksamkeit der Chirurgen in hohem Grade in Anspruch.

War man doch schon längst und stetig bemüht, für die gebräuchlichsten Desinfizientien, wie Sublimat, Carbolsäure u. a., wenn möglich Ersatz zu finden und an deren Stelle Stoffe zu verwenden, welche hinsichtlich der Giftigkeit und Ätzwirkung den eben genannten nachständen. Die Erwartungen, welche man grade auf das Wasserstoffsuperoxyd infolge seiner stark oxydierenden Wirkung gesetzt hatte, haben sich innerhalb gewisser Grenzen doch so weit erfüllt, dass man für die verschiedensten Zwecke das Mittel als Antiseptikum heranziehen konnte.

Überblicken wir die hierüber bisher vorliegenden Erfahrungen und experimentellen Feststellungen, so ergiebt

sich dabei ohne Frage eine nicht ganz unerhebliche Desinfektionskraft des Mittels gegenüber einer Reihe der verschiedensten Bakterienarten.

Die erste Erwähnung als Antiseptikum findet das H_2O_2 in der Litteratur bei Barker, der den Einfluss des Mittels auf faulende Materien untersuchte und zunächst nur feststellen konnte, dass selbst nach vierundzwanzigstündiger Einwirkung sich der Fäulnisgeruch noch stark bemerkbar machte. Im Jahre 1867 prüfte Stöhr die Desinfektionskraft des Wasserstoffsuperoxyds gegenüber dem Contagium des ulcus molle und gelangte zu dem Ergebnis, dass, wenn er einen Teil des Mittels mit vier gleichen Teilen Schankereiters mischte, letzterer bei weiterer Verimpfung noch infektiöse Eigenschaften äusserte, dass dagegen bei einem Zusatze von 12 Teilen des Präparates zu einem Teil Eiter die Virulenz des letzteren völlig verloren ging. Kingzett, Guttmann und Baldy, welche Bier, Most, Milch, die Zersetzungen von Fleischwasser, Urin und Abwässer mit Wasserstoffsuperoxyd versetzten, konnten feststellen, dass hierdurch die Entwickelung und Thätigkeit der Bakterien verhindert wurde und Gährung nicht mehr eintrat. Ähnliches fanden bald darauf P. Bert und Regnard, welche zeigten, dass durch Wasserstoffsuperoxyd jede Fermentation, die an ein Vorhandensein von Bakterien gebunden ist, aufgehalten und bisweilen völlig aufgehoben werden kann, sofern nicht die betreffenden Mikroorganismen das Mittel unter Abspaltung von Sauerstoff rasch zerlegen und damit unwirksam machen. Miquel konnte sterilisierte und neutralisierte Bouillon durch Vermischung mit Wasserstoffsuperoxyd vor Zersetzung schützen, und zwar genügte für diesen Zweck ein Gehalt von 1 Teil H_2O_2 auf 20,000 Teile Bouillon.

Van Hettinga-Tromp rühmt das Wasserstoffsuperoxyd als bequemes Mittel, um pathogene Keime im Wasser abzutöten und so ein gutes Trinkwasser herzustellen, wobei er noch besonders betont, dass das Wasser dadurch in

keiner Weise geschädigt werde. Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dass er Wasser mit Wasserstoffsuperoxyd versetzte, die Mischung schüttelte, dann ruhig stehen liess und nach verschiedenen Zeitabständen untersuchte. Er gelangte bei seinen Versuchen zu dem Resultat, dass, wenn man zu 10,000 Teilen Wasser einen Teil Wasserstoffsuperoxyd hinzusetzt, das Wasser nach eintägiger Einwirkung des Mittels steril sei. Indessen räumte er ein, dass die Schnelligkeit und Wirksamkeit der Desinfektion von der Art und Menge der im Wasser enthaltenen Mikroorganismen abhängig sei.

Diese Versuche von van Hettinga-Tromp prüfte Uffelmann nach, erzielte indessen auch mit höher prozentuierten Lösungen von Wasserstoffsuperoxyd nicht so günstige Erfolge. Auf Uffelmanns Veranlassung hat Altehöfer im Hygienischen Institut zu Rostock dann gleichfalls Versuche über die keimtötende Wirkung des Wasserstoffsuperoxyds angestellt und zu diesem Zwecke eine 9,70prozentige Lösung von Wasserstoffsuperoxyd benutzt. Er setzte zu verschiedenen Arten von Wasser Wasserstoffsuperoxyd hinzu, schloss die Gläser mit einem sterilen Wattepfropf, schüttelte behufs gleichmässiger Verteilung vorsichtig um und übertrug, nachdem er die Gläser 24 Stunden hatte stehen lassen, Proben auf Nährgelatine oder Agar-Agar. Altehöfer fand hierbei, dass gewöhnliche Wassermikroben, ferner die in Kanalwässern vorkommenden Mikroben, sogar auch pathogene Mikroorganismen wie Typhus- und Cholerabakterien bei einem Zusatz von einem Teile Wasserstoffsuperoxyd auf 1000 Teile Wasser nach 24stündiger Einwirkung abgetötet wurden. Wenn auch Altehöfer auf Grund seiner Resultate den Angaben van Hettinga-Tromps nicht gänzlich beipflichten kann, so glaubt er doch, dass wir in dem Wasserstoffsuperoxyd ein gutes Desinfektionsmittel besitzen, welches z. B. bei Epidemien, wie Typhus, Dysenterie, Cholera u. s. w. sehr gute Dienste zu leisten vermöge.

Gibier vermischte gleiche Teile einer 3,2 procentigen Lösung von Wasserstoffsuperoxyd mit Bouillonkulturen von Anthrax, Pyocyaneus, Typhus und Cholera, Streptokokken, Prodigiosus, Bakt. megaterium und Osteomyelitiskokken, mit dem Ergebnis, dass alle sofort vernichtet wurden.

Pane brachte an Seidenfäden angetrocknete Bakterien in Wasserstoffsuperoxydlösung, wobei sich ergab, dass Typhus und Cholerabakterien nach je einer Minute abgetötet wurden. Desgleichen wurden an Seidenfäden angetrocknete Milzbrandsporen in mit Wasserstoffsuperoxyd vermischte Nährlösungen gebracht. In den Lösungen, welche bis auf 1 : 5000 verdünnt waren, wurden die Bakterien abgetötet, während darüber hinaus eine Vernichtung derselben nicht mehr stattfand.

Im Jahre 1893 stellte Traugott ähnliche Versuche an. Er brachte sterilisierte Seidenfäden zunächst für einige Zeit in Bouillonkulturen der zu prüfenden Bakterien, bis sie mit der Flüssigkeit genügend durchtränkt waren, spülte sie dann in Kochsalzlösung ab, übertrug sie nun in Wasserstoffsuperoxydlösung und schliesslich in Nährbouillon. Die Resultate, welche er erzielte, waren folgende:

Es wurden abgetötet

Typhusbac.	in H_2O_2, 1 %		in H_2O_2, $\frac{1}{2}$ %	
„	nach	5 Min.	nach	5 Min.
Cholerabac.	„	2 Min.	„	5 Min.
Diphtheriebac.	„	5 Min.	„	15 Min.
Streptok. erys.	„	2 Min.	„	5 Min.
Strept. pyog.	„	10 Min.	„	10 Min.
Staphylok.	„	15 Min.	„	60 Min.

Bald darauf fanden Chamberland und Fernbach, dass Milzbrandsporen in neutraler Wasserstoffsuperoxydlösung nach 30 Minuten, in saurer nach 15 Minuten abgetötet wurden, während Obermüller zu dem Ergebnis kam, dass Milzbrandsporen in dreiprozentiger Lösung erst nach drei Stunden, Diphtheriebacillen dagegen sofort vernichtet wurden.

Schiloff liess Wasserstoffsuperoxydlösungen von verschiedener Concentration auf Bakterien einwirken und stellte fest, dass in einer halbprozentigen Lösung Typhusbacillen nach 10, Choleravibrionen nach 3 Minuten nicht mehr als lebensfähig nachzuweisen waren, während Milzbrandsporen in einer dreiprozentigen Lösung nach 30 Minuten und in einer zweiprozentigen nach einer Stunde abgetötet wurden. Ältere Staphylokokkenkulturen, welche er in Wasserstoffsuperoxydlösung brachte, zersetzten letzteres sehr schnell und wurden in einer 2,5 prozentigen Lösung erst nach 20 Minuten vernichtet.

Müller, der ganz neuerdings über die Desinfektionswirkung des Wasserstoffsuperoxyds experimentelle Ermittelungen anstellte, arbeitete mit einer dreiprozentigen Lösung (1 Gewichtsprozent = 3 Volumprozent) und untersuchte zunächst deren Einfluss auf furunkulösen Eiter und Staphylokokken, welche an Seidenfäden angetrocknet waren. Es zeigte sich hier, dass schon nach einer Einwirkungsdauer von 2 Minuten Wachstum nicht mehr erzielt werden konnte. Setzte M. die Impffläche eines frisch mit Staphylokokken beschickten Agarröhrchens unter Wasserstoffsuperoxyd, so blieb nach einer Einwirkungsdauer von einer Minute das Röhrchen steril. Nährgelatine, die mit einem Viertel ihres Volums mit Wasserstoffsuperoxyd versetzt wurde, liess ein Wachstum von Staphylococcus albus nicht mehr aufkommen, eine Agarreinkultur desselben Mikroorganismus wurde durch 2 Minuten lange Einwirkung des Wasserstoffsuperoxyds abgetötet. Streptokokken gingen nach $1\,^1/_2$—2 Minuten zu Grunde, eine Aufschwemmung von Milzbrandsporen in Wasserstoffsuperoxyd nach vierzig Minuten. Eine gleiche Aufschwemmung in einer $1\,^0/_0$igen Sublimatlösung liess sich bereits nach fünf Minuten nicht mehr weiter züchten. Nach diesem letzteren Versuche bestreitet Müller die später noch zu erwähnende Angabe von Honsell, dass das dreiprozentige Wasserstoffsuperoxyd dem einpromilligen Sublimat in wässrigen Lösungen gleichzusetzen sei,

vielmehr stellt er die baktericide Kraft des Wasserstoffsuperoxyds etwa in die Mitte zwischen essigsaurer Thonerdelösung und einpromilligem Sublimat.

Es sei indessen bemerkt, dass die Ergebnisse der Müller'schen Versuche infolge einer nicht einwandfreien Technik als anfechtbar zu betrachten sind.

Die nicht ganz unbeträchtliche desinfizierende Wirksamkeit, welche hiernach dem Wasserstoffsuperoxyd zugesprochen werden musste, bot die Veranlassung, auch unter praktischen Verhältnissen die Brauchbarkeit und Leistungsfähigkeit des Mittels zu erproben.

Das Verdienst, das $H_2 O_2$ in die Wundbehandlung eingeführt zu haben, gebührt Stöhr, welcher im Jahre 1867 bei diphtherischen und phagedänischen Geschwüren mit Verbänden von $H_2 O_2$ gute Erfolge erzielte. Péan und Balby bedienten sich gleichfalls feuchter $H_2 O_2$-Verbände zur Wundbehandlung nach Exstirpation von Carcinomen und Sarkomen, bei Fimosen und Exostosenoperationen und endlich bei Verletzungen, welche durch Gasexplosion hervorgerufen waren, und konnten in allen Fällen eine schnelle reaktionslose Heilung beobachten. Auch fanden sie, dass das Mittel eine exzitierende Wirkung auf die Gewebe des Körpers ausübe. Bei Panaritien, Abscessen und Phlegmonen benutzten sie das $H_2 O_2$ ebenfalls mit gutem Erfolge als Verband- und Spülmittel.

Ferner machten Love, Graff und Eaglaton bei eitrigen Geschwüren und Abscesshöhlen Spülungen mit $H_2 O_2$. Auch sie loben neben der baktericiden seine granulationsanregende Eigenschaft. Championnière erzielte durch Spülungen mit dem $H_2 O_2$ äusserst günstige Erfolge bei mehreren schweren septischen Infectionen und chronischen Eiterungen.

In der Augenheilkunde benutzten Ferrara und Vacher das $H_2 O_2$ gegen Blepharitis, Dacryocystitis, Trachom und parenchymatöse Keratitis mit guten Erfolge.

Bettmann und Politzer bedienten sich des $H_2 O_2$ in der Ohrenheilkunde; hier soll das Mittel vor allem den Verlauf von akuten Mittelohreiterungen äusserst günstig beeinflussen.

In der Zahnheilkunde verwendete Touchard das $H_2 O_2$ als Haemostaticum und Antisepticum bei verschiedenen Erkrankungen der Mundhöhle. Vor allem rühmt er seine Wirksamkeit bei Caries, bei Zahnfisteln und bei alveolärer Periostitis.

Endlich ist das Mittel auch in der Gynäkologie von Championnière und Tissar angewendet worden, wobei zugleich seine hämostatische Wirkung bei Blutungen post abortum und Endometritis vorzüglich zur Geltung kam.

Überblicken wir noch einmal kurz das Ergebnis der bisher berichteten Versuche und Beobachtungen, so sehen wir, dass fast alle Autoren übereinstimmend die mehr oder minder erhebliche Desinfektionskraft des Wasserstoffsuperoxyds anerkennen, wobei gleichzeitig neben hämostatischen und desodorierenden Eigenschaften vor allem die geringe Giftigkeit und Ätzwirkung des Mittels im Gegensatz zu den sonst gebräuchlichen Desinficientien, besondere Betonung findet. Dass das $H_2 O_2$ sich thatsächlich dem menschlichen Körper gegenüber als ziemlich unschädlich erweist, dürfte auch aus den Mitteilungen von Balby und Barbolain hervorgehen, welche feststellten, dass das Mittel (10 volumprozentig) bei innerer Darreichung in Dosen von 30 bis 50 Gramm täglich ohne Schaden vertragen zu werden pflegt.

Es sei in diesem Zusammenhange übrigens auch bemerkt, dass man vielfach bei Chlorose, Pneumonie, Diabetes u. s. w., namentlich aber bei Hyperemesis gravidarum von der innern Anwendung des Wasserstoffsuperoxyds gute Erfolge gesehen hat.

Wenn trotz dieser vielfachen, gewiss nicht zu unterschätzenden Vorzüge das so bewährte Mittel in der Desinfektionspraxis eigentlich niemals festen Fuss zu fassen ver-

mochte, ja sogar mehr und mehr vernachlässigt wurde, um allmälig fast in Vergessenheit zu geraten, so trugen hieran gewisse Mängel die Schuld, welche allen bisher in den Handel gebrachten Präparaten anhafteten. Es waren dies die ungenügende Reinheit des stets säurehaltigen Mittels, die Unmöglichkeit, stärker concentrierte Lösungen von H_2O_2 zu gewinnen, ferner die geringe Haltbarkeit der Präparate und endlich deren verhältnismässig hoher Preis, der den der sonst gebräuchlichen Desinfizientien nicht unwesentlich übertraf.

Erst im Laufe der letzten Zeit hat man von neuem begonnen, die bewährten Leistungen des Wasserstoffsuperoxyds bei der Wundbehandlung einer grösseren Beachtung und allgemeinerer Anwendung zu würdigen, und es war daher sicherlich als bedeutsamer Fortschritt und verdienstvolles Unternehmen zu begrüssen, dass die Firma E. Merck in Darmstadt auf v. Bruns Veranlassung vor ca. 2 Jahren ein Präparat in den Handel bringen konnte, welches ein absolut reines, säurefreies und starkkonzentriertes Wasserstoffsuperoxyd von 30 Gewichtsprozent = 100 Volumprozent darstellt und bei vorsichtiger Aufbewahrung unbegrenzte Haltbarkeit besitzt.

Auch dies neue Präparat hat in der Medizin bereits reichliche Anwendung gefunden und sich namentlich auf Grund wärmster Empfehlung durch v. Bruns und Honsell auf den verschiedensten Gebieten der Chirurgie Eingang und Anerkennung errungen. Die genannten Autoren haben nur ein Urteil darüber, dass das Mittel in ein- bis dreiprozentiger Lösung z. B. bei Behandlung infizierter Wunden und insbesondere bei septicämischen Prozessen geradezu überraschend gute Dienste leiste, sind indessen geneigt, die augenfällige Wirkung des Wasserstoffsuperoxyds in diesen Fällen weniger auf seine antibakteriellen Eigenschaften, als vielmehr auf eigenartige physikalisch-chemische Einflüsse und Wirkungen zurückzuführen. Bei Berührung nämlich mit gewissen tierischen Substanzen, wie Fibrin, Blutkör-

perchen, Protoplasma u. s. w., wird der Wasserstoffsuperoxyd nach ihrer Beobachtung momentan gespalten, es findet eine lebhafte Gasentwickelung, ein Aufschäumen statt und infolgedessen ein mechanisches Emporreissen von Bakterien und nekrotisierten Gewebsfetzen, sodass die Wunden gewissermassen wie durch Abseifen, nur in schonenderer Weise, gereinigt werden. Daneben schreiben die Autoren freilich auch der lebhaften Sauerstoffentwickelung eine specifische Wirkung auf die bei jauchigen Prozessen so sehr beteiligten anaëroben Fäulnisbakterien zu.

Endlich weisen sie noch darauf hin, dass das neue Präparat die tierischen Gewebe in keiner Weise irritiere. So konnten sie Wunden und offene Höhlen mit den Lösungen spülen, feuchte Verbände sogar mehrere Tage liegen lassen, ohne damit irgend welche Reizerscheinungen zu veranlassen.

Rein bakteriologisch ist das Präparat merkwürdiger Weise noch wenig geprüft worden. Es liegen hierüber, wie es scheint, bisher lediglich die bereits oben kurz angedeuteten Untersuchungen von Honsell vor, die freilich in umfassender und gründlicher Weise allen einschlägigen Verhältnissen Rechnung tragen.

Honsell prüfte zunächst die entwickelungshemmenden Eigenschaften von Wasserstoffsuperoxyd auf Staphylokokken und fand hierbei Lösungen in der Concentration von 1 : 2000 noch wirksam, während bei 1 : 10,000 durchweg Wachstum eintrat. Das bactericide Vermögen des Wasserstoffsuperoxyds wurde sowohl in rein wässrigen Lösungen als auch in organischen Flüssigkeiten, wie Hydrocelenflüssigkeit, serofibrinösen Exsudaten und Eiter untersucht. Es ergab sich, dass in 3%igen wässrigen Lösungen Milzbrandsporen nach 2 Stunden, Staphylokokken und Bact. coli nach 5 Minuten abgetötet wurden, wogegen Staphylokokken in Hydrocelenflüssigkeit und in serofibrinösem Exsudate erst nach 2 bezw. ½ Stunde zu Grunde gingen, im Eiter aber eine Abtötung von Bakterien über-

haupt nicht erfolgte, Staphylokokken und B. coli vielmehr ebenso gut entwickelungsfähig blieben, wie Milzbrandsporen. In weiteren Versuchen wurde daher der Einfluss des bakterienhaltigen Mediums auf die Desinfektionskraft des Wasserstoffsuperoxyds noch einer eingehenden Prüfung unterworfen und daneben gleichzeitig und unter denselben Bedingungen ein Parallelversuch mit $1^0/_{00}$ iger Sublimat- und $2^0/_0$iger essigsaurer Thonerdelösung angestellt. Je nach der Verwendung wässriger oder aber anderer, namentlich durch einen wechselnden Gehalt zelliger Elemente verschiedener Medien traten in dieser Hinsicht sehr bemerkenswerte Differenzen zu Tage. Honsell konnte nämlich zeigen, dass die in den Körpersäften enthaltenen Zellen, wie Eiterkörperchen, rote Blutkörperchen u. s. w. auf das H_2O_2 eine sehr energische katalytische Wirkung ausüben und das Mittel rasch in Wasser und Sauerstoff zerlegen, so dass mit dem grösseren Zellreichtum, z. B. im Eiter, auch die katalytische Kraft des Mediums steigt und somit eine mehr oder minder erhebliche Herabsetzung des desinficierenden Effektes herbeiführt. Das Gesamtresultat seiner Untersuchungen fasst H. in folgende Sätze zusammen:

1. Dreiprozentiges Wasserstoffsuperoxyd ist dem einpromilligen Sublimat in wässrigen Lösungen gleichzustellen, in eiweissreichen und zellarmen Medien überlegen; in zellreichen Flüssigkeiten wirken beide gleich schlecht.

2. Die baktericide Kraft des 1,5prozentigen Wasserstoffsuperoxyds steht unter der des Sublimats in wässrigen, über derselben in eiweisshaltigen, zellarmen Medien.

3. Essigsaure Thonerde kann in zweiprozentiger Lösung mit Wasserstoffsuperoxyd in keiner Weise konkurrieren.

4. Finden sich Bakterien in organischen Flüssigkeiten, so nimmt die antiseptische Kraft des Wasserstoffsuperoxyds ab, und zwar desto mehr, je energischer die betreffende Flüssigkeit das H_2O_2 katalysiert.

5. Soweit aus den Reagensglasversuchen auf die Praxis geschlossen werden darf, können wir nach den ge-

schilderten Untersuchungen annehmen, dass zwar H_2O_2 überall da kräftige antiseptische Wirkungen entfalten wird, wo es, wie z. B. bei der Desinfektion von Urin, Trinkwasser etc. ausser Berührung mit erheblicheren Quantitäten organischen Materials steht; dass es dagegen in der Wundbehandlung, wo die Mikroben sich inmitten von Eiter, Blut und sonstigen stark katalysierenden Elementen befinden, kaum bakterizid wirken wird, wie es auch für die beiden verglichenen Mittel, das Sublimat und die essigsaure Thonerde gilt.

Im Hinblick auf die nicht völlig eindeutigen und z. T. auch einander widersprechenden Angaben, wie sie bisher vorliegen, erschien es somit nicht ohne Interesse, der Frage nach der desinfizierenden Leistungsfähigkeit des Wasserstoffsuperoxyds noch einmal experimentell näher zu treten und speziell das chemisch reine Präparat gegenüber verschiedenen pathogenen Bakterienarten auf seine Desinfektionskraft zu prüfen.

So seien denn im Folgenden eine Reihe eigener Versuche mitgeteilt, die ich im hygienischen Institut zu Halle a. S. mit dem neuen Merck'schen Wasserstoffsuperoxyd ausgeführt habe.

Zu meinen Versuchen benutzte ich ein von der Firma für diesen Zweck freundlichst zur Verfügung gestelltes Präparat. Als Bakterienarten gelangten Staphylococcus aureus, Diphtheriebazillen und Typhusbazillen zur Verwendung, und zwar in Form von 2tägigen Bouillonkulturen, ferner an Seidenfäden angetrocknete Milzbrandsporen.

Der Staphylokokkenstamm war kurz zuvor aus Eiter frisch gezüchtet worden. Die Diphtheriekultur entstammte der Sammlung von Kràl in Prag, während der Typhusstamm vor etwa sechs Monaten aus den Faeces eines Typhuskranken isoliert worden war.

Als Milzbrandkultur diente ein Stamm der Institutssammlung, der über hohe Virulenz verfügte. Die oben er-

wähnten Seidenfäden wurden auf folgende Weise zubereitet. Ich schwemmte fünf Tage alte, reichlich sporenhaltige Milzbrandagarkulturen mit steriler Bouillon auf, liess sterile Seidenfäden sich mit dieser Flüssigkeit vollsaugen und brachte sie dann zum Trocknen, in einer sterilen Petrischale ausgebreitet, auf etwa zwei Stunden in einen Thermostaten bei 54 Grad.

Um einigermassen den Anforderungen der Praxis zu entsprechen, benutzte ich bei meinen Versuchen drei- und fünfprozentige Lösungen des Wasserstoffsuperoxyds. Aus dem 30%igen Merck'schen Präparat, das eine glashelle, spiegelklare Flüssigkeit darstellt und laut Vorschrift in einer gutgeschlossenen Flasche in einer Blechbüchse kühl aufbewahrt wurde, bereitete ich mir durch Verdünnung mit sterilem destillierten Wasser erst sechs- bezw. zehn-prozentige Lösungen und versetzte je 1 cbcm hiervon mit 1 cbcm der Bouillonkulturen, sodass nunmehr eine drei- bezw. fünfprozentige Lösung entstand. Die Bouillonkulturen wurden jedesmal vor dem Gebrauch durch mikroskopische Untersuchung auf ihre Reinheit geprüft. Nach Vermischung mit dem Desinficiens wurden die Röhrchen alsdann bei einer Temperatur von etwa zwanzig Grad vor direktem Sonnenlicht geschützt, aufbewahrt. Zur Prüfung des Erfolges gelangte in gewissen Zeitabschnitten je eine grosse Öse der Flüssigkeit zur Aussaat in Nährbouillon. Durch besondere Kontrolversuche war zuvor festgestellt worden, dass die hierbei in den neuen Nährboden mit übertragenen Spuren des Desinfektionsmittels eine entwickelungshemmende Wirkung nicht auszuüben vermochten, dass also in einem Bouillonröhrchen, das mit einem Tröpfchen einer 3- bezw. 5%igen H_2O_2 Lösung versetzt wurde, frische Staphylokokken, Diphtherie- und Typhusbazillen ungestört zu üppigster Entwickelung schritten.

Die Desinfektionsprüfung gegenüber Milzbrandsporen erfolgte in der Weise, dass eine 3%ige und 5%ige Lösung des Mittels bereitet und in sterile Reagensgläser gefüllt

wurde. Diese wurden hierauf mit einer grösseren Anzahl der Sporen-Seidenfäden beschickt und nun von letzteren von Zeit zu Zeit je ein Faden mit steriler Pincette entnommen, gründlich in sterilem destillierten Wasser abgespült und in sterile Nährbouillon übertragen.

Sämtliche Bouillonröhrchen wurden nach der Impfung im Brutschrank gehalten und blieben gewöhnlich 3—4 Tage lang in Beobachtung. Trat Wachstum ein, so wurde in der Regel das Ergebnis durch mikroskopische Untersuchung der getrübten Kulturflüssigkeit kontroliert und sicher gestellt.

Da nach den Erfahrungen früherer Untersucher mit der Möglichkeit zu rechnen war, dass die Reaktion des Mediums für die Desinfektionswirkung des Wasserstoffsuperoxyds eine sehr bedeutsame Rolle spielte, und auch einige Vorversuche durchaus in dem gleichen Sinne zu sprechen schienen, habe ich bei allen späteren Versuchsreihen diesem Umstande Rechnung zu tragen gesucht und neben den einfachen Lösungen des Mittels auch solche mit einem bestimmten Zusatz von Säure bezw. Alkali der Prüfung unterworfen. Die alkalischen und sauren Lösungen wurden in der Weise hergestellt, dass ich zu den vorhin beschriebenen Wasserstoffsuperoxydlösungen auf je 2 cbcm einen Tropfen einer Normalkalilauge oder Normalschwefelsäure hinzusetzte.

Die Ergebnisse meiner Versuche sind in den Tabellen übersichtlich geordnet.

Wie man daraus ersieht, äusserte sich die baktericide Wirkung des $H_2 O_2$ am stärksten gegenüber Typhusbazillen, welche von der 5 % Lösung, und zwar gleichmässig bei neutraler, saurer und alkalischer Reaktion, innerhalb kürzester Frist (2 Min.) abgetötet wurden und selbst in der 3 % Lösung ebenso rasch zu Grunde gingen, nur bei Alkalizusatz hier ihre Lebensfähigkeit bis zu 30 Minuten bewahrten.

Diphtheriebazillen wurden nur in saurer Lösung vernichtet, und zwar in dreiprozentiger nach einer Stunde, in fünfprozentiger nach einer halben Stunde. Dagegen

konnten weder die dreiprozentige noch die fünfprozentige neutrale und alkalische Lösung nach vierundzwanzig Stunden eine Abtötung der Diphtheriebazillen bewirken.

Milzbrandsporen wurden in dreiprozentiger neutraler und saurer Lösung nach vier Stunden abgetötet, während sie nach zehnstündiger Einwirkung einer alkalischen Lösung von gleicher Concentration noch deutliches Wachstum in Bouillon erkennen liessen. Ganz analoge Resultate erzielte ich mit einer fünfprozentigen Lösung, indem auch hier bei saurer und neutraler Reaktion eine Abtötung der Sporen innerhalb der ersten 4 Stunden, in dem alkalischen Medium aber bis zur 10. Stunde nicht erfolgte.

Gänzlich wirkungslos erwies sich das Wasserstoffsuperoxyd in allen verwerteten Lösungen den Staphylokokken gegenüber, welche stets noch nach vierundzwanzig Stunden mit Erfolg übertragbar waren. Länger als vierundzwanzig Stunden zu beobachten hätte lediglich theoretisches Interesse gehabt.

Das Ergebnis meiner Desinfektionsversuche ist somit in erster Linie durch die äusserst verschiedene Resistenz der einzelnen, von mir geprüften Bakterienarten ausgezeichnet und daher insofern bemerkenswert, als zwar Typhusbacillen und selbst Milzbrandsporen — letztere wenigstens unter gewissen Bedingungen — der Einwirkung des Wasserstoffsuperoxyds sehr rasch erlagen, nicht aber Diphtheriebacillen und die gerade im Hinblick auf die therapeutische Verwendung des Mittels in der Chirurgie so bedeutsamen Staphylokokken.

Zur Erklärung dieses gewiss höchst auffälligen Verhaltens möchte ich indessen darauf hinweisen, dass stets wenn ich die Staphylokokkenkulturen mit der H_2O_2-Lösung in Berührung brachte, ein heftiges Aufschäumen und somit wohl eine sehr energische Zersetzung des Wasserstoffsuperoxyds eintrat. Das gleiche Phänomen, wenn auch in weit schwächerer Weise, wurde bei Diphteriebacillen bemerkt, wogegen Typhusbacillen äussere Zeichen der H_2O_2-Spaltung

niemals zu erkennen gaben und die Milzbrandsporenfäden lediglich vereinzelte Gasbläschen in der Flüssigkeit auftreten liessen. Es entsprechen diese Beobachtungen im wesentlichen auch den von Honsell konstatierten Thatsachen und liefern den Beweis, dass gewisse Bakterienarten mit ihren protoplasmatischen Zellsubstanzen bezw. mit ihren Stoffwechselprodukten eine mehr oder minder kräftige Zerlegung des $H_2 O_2$ zu bewirken vermögen und dadurch einen ganz bestimmten Grad gleichsam specifischer Resistenz gegenüber diesem Desinfektionsmittel erlangen. Die hohe katalytische Kraft der Staphylokokken macht diese für das $H_2 O_2$ nur sehr schwer angreifbar; etwas leichter zugänglich, entsprechend der geringeren katalysierenden Wirkung erscheinen Diphtheriebacillen und Milzbrandsporen, während Typhusbacillen der ungeschwächten Wirkung des $H_2 O_2$ sofort zum Opfer fallen.

Wenn die von mir für Staphylokokken ermittelten Verhältnisse mit den relativ günstigen bakteriziden Ergebnissen Honsell's, der Staphylokokken in zellarmen Flüssigkeiten immerhin nach längstens 2 Stunden abgetötet fand, in Widerspruch zu stehen scheinen, so sind diese Differenzen bei genauerem Zusehen und Berücksichtigung der unter völlig anderen Bedingungen angeordneten Versuche, ohne weiteres verständlich. Es genügt, darauf hinzudeuten, dass H. mit eingetrocknetem Bakterienmaterial gearbeitet und ganz allgemein weit geringere Bakterienmengen der Einwirkung des Desinficiens ausgesetzt hat.

Für die entschiedene Erhöhung der Desinfektionskraft, welche sich in sauren Lösungen des Mittels bemerkbar macht und namentlich in meinen Versuchen mit Diphtheriebacillen und auch mit Milzbrandsporen deutlich zu Tage tritt, können die desinficierenden Eigenschaften der Säure sicherlich nicht als Erklärung herangezogen werden. Der Säuregehalt der Lösungen war ein viel zu geringer, um eine solche Deutung zuzulassen, äusserte vielmehr einen güns-

tigen Einfluss vermutlich wohl nur deshalb, weil unter diesen Umständen, d. h. in saurer Lösung, eine Zersetzung des Wasserstoffsuperoxyds am langsamsten vor sich geht, das Mittel also hierbei seine Concentration am längsten aufrecht erhalten kann. Hierdurch dürfte es auch verständlich werden, dass die alten, unreinen, säurehaltigen H_2O_2-Präparate an bakterieider Wirkung das neue Präparat fast zu übertreffen scheinen.

Wie aber auch immer die berichteten Ergebnisse zu beurteilen und zu erklären sein mögen, das eine lässt sich daraus in Bestätigung der auch von Honsell vertretenen Anschauung mit grösster Wahrscheinlichkeit ableiten, dass die von den verschiedensten Seiten konstatierte günstige Einwirkung des reinen Wasserstoffsuperoxyds auf infizierte Wunden nicht ohne weiteres mit baktericiden Einflüssen identifiziert werden kann. Wenigstens haben auch unsere Versuche keinen Anhaltspunkt dafür ergeben, dass etwa das Wasserstoffsuperoxyd in den geprüften Concentrationen den sonst gebräuchlichen Desinfizientien für den erwähnten Zweck erheblich oder überhaupt in irgendwie nennenswerter Weise an antibakterieller Kraft überlegen sei. Da die Wirkung des Mittels zudem gerade bei Berührung mit den Körpersäften und den zelligen Elementen des Organismus eine weitere Abschwächung dadurch erfährt, dass hier das H_2O_2 fast vollständig und momentan gespalten wird, so ist man in der That vielleicht berechtigt, mit v. Bruns die augenfälligen Erfolge bei jauchigen Processen auf einen gleichsam mechanischen Einfluss zurückzuführen und mit der durch das kräftige Aufschäumen unterstützten energischen Reinigung der Wundflächen zu erklären. Nicht ausgeschlossen erscheint es auch, dass ein direkter Einfluss auf die Gewebselemente ausgeübt und deren Reaktionsfähigkeit gesteigert wird.

Im Gegensatz zu der geringfügigen Einwirkung des Mittels auf eitererregende Mikroorganismen, muss die baktericide Kraft, welche 5%ige und selbst 3%ige Lö-

sungen gegenüber Typhusbazillen äusserten, als eine sehr beträchtliche bezeichnet werden; die Frage, inwieweit das Präparat etwa zum Zwecke der Desinfektion des bakterienhaltigen Urins von Typhuskranken, bezw. Reconvalescenten, zur Wassersterilisierung u. s. w. Verwendung finden kann, verdient somit ernsthafte Berücksichtigung. Nicht ganz ungünstige Erfahrungen liegen in dieser Hinsicht z. T. bereits vor, freilich nur mit den älteren H_2O_2-Präparaten (cf. Altehöfer, Plagge und Schumburg).

Die Thatsache, dass man auf einem besonderen Gebiet chirurgischer Therapie, nämlich in der Zahnheilkunde, in letzter Zeit das chemisch reine Wasserstoffsuperoxyd nicht in verdünnten Lösungen, sondern in concentrierter Form, so wie es von der Firma E. Merck hergestellt wird, als Hämostaticum und Antisepticum mit bestem Erfolge benutzt, liess es wünschenswert erscheinen, noch in einem letzten Versuche die antibakterielle Kraft des hochprozentigen H_2O_2 einer Prüfung zu unterziehen. Die Methodik schloss sich dabei dem früher geübten und oben beschriebenen Verfahren auf das engste an, indem gewisse Mengen, je 2 ccm, der Flüssigkeit in sterile Reagensgläser gefüllt und nun mit den verschiedenen Bakterienarten vermischt wurden. Als solche wurden die gleichen, wie in den ersten Versuchen, benutzt, nämlich Staphylokokken, Typhus- und Diphtheriebazillen, derart, dass eine grosse Öse einer gut entwickelten 24stündigen Agar- bezw. Serumkultur unter sorgfältigem Verreiben in der Flüssigkeit zu möglichst gleichmässiger Verteilung gelangte.

Auch hier kam es bei dem Zusatz der Staphylokokken sofort zu lebhaftester Gasbildung und fortgesetztem Aufschäumen der Lösung, während die gleiche Erscheinung bei der Benutzung von Diphtheriebazillen sich weit schwächer und nur in sehr unbedeutendem Grade bemerkbar machte, bei Typhusbazillen aber überhaupt nicht zu konstatieren war, hier vielmehr das H_2O_2 äusserlich von einer Zersetzung nichts erkennen liess.

Die Entnahme der Proben erfolgte gleichfalls, wie früher, in regelmässigen Intervallen mittelst einer grossen Platinöse, die Aussaat wurde gleichzeitig auf Agar und in Bouillon, die Aufbewahrung der Kulturröhrchen bei 37°, die Beobachtung für die Dauer von 3 Tagen vorgenommen.

Das Ergebnis, das sich in der letzten Tabelle zusammengestellt findet, ist kurz dahin zu charakterisieren, dass auch das hochprozentige, concentrierte H_2O_2 den geprüften Bakterienarten gegenüber eine erheblich stärkere bactericide Wirkung, als die 3%ige und 5%ige Lösung, kaum an den Tag legte. Typhusbazillen gingen zwar wieder sofort zu Grunde, doch zeigten sich Staphylokokken und selbst Diphtheriebazillen für die längste beobachtete Einwirkungsdauer, nämlich bis zu 10 Stunden, noch lebens- und entwickelungsfähig.

Fassen wir somit zum Schlusse das Resultat der von uns mit dem Merck'schen chemisch reinen, hochprozentigen Wasserstoffsuperoxyd angestellten Untersuchungen zusammen, so hat sich gezeigt, dass das Mittel in 3%iger wie in 5%iger Lösung auf Bouillonkulturen von Typhusbacillen innerhalb kürzester Zeit (2 Minuten) abtötend wirkt, dagegen gleichartige Kulturen von Staphylokokken und Diphtheriebacillen in kaum nennenswerter Weise beeinflusst. In saurer Lösung macht sich, speziell gegenüber Diphtheriebacillen, eine Verstärkung der desinficierenden Kraft deutlich bemerkbar. Auch das unverdünnte Präparat ist nach 10stündiger Einwirkung noch nicht im Stande, Diphtheriebacillen und Staphylokokken mit Sicherheit abzutöten. Milzbrandsporen, an Seidenfäden haftend, sterben in 5- und 3%iger Lösung innerhalb 4 Stunden ab.

Die Leistungsfähigkeit des Wasserstoffsuperoxyds erscheint nach alledem nicht nur von der Concentration der Lösung, sowie von der Zusammensetzung und Reaktion

des Mediums, in dem das bakterienhaltige Material sich suspendiert findet, abhängig zu sein; vielmehr auch je nach der Art der Bakterien weitgehenden Schwankungen zu unterliegen.

Ein Anhaltspunkt für die Annahme, dass die anerkannten und bewährten Leistungen des Mittels in der Wundbehandlung durch hochgradig baktericide Fähigkeiten bedingt seien, lässt sich aus unseren Feststellungen kaum gewinnen. Das Versagen der desinfizierenden Wirkung grade gegenüber den eitererregenden Mikroorganismen, den Staphylokokken, dürfte wohl darauf hindeuten, dass hier andere Eigenschaften von ausschlaggebender Bedeutung sein müssen, wie dies bereits von Seiten v. Bruns' und Honsell's vermutet und des näheren begründet worden ist.

Zweifellos stellt das Merck'sche Präparat für den Chirurgen ein sehr empfehlenswertes Mittel dar.

Abgesehen von der Behandlung jauchig zersetzter Wunden, wo es nach übereinstimmender Angabe sachverständiger Beurteiler nicht nur die Wundflächen in schonendster und zugleich gründlichster Weise von allen Belägen zu reinigen, sondern auch den intensivsten Wundgeruch schnell zu beseitigen vermag, wird das chemisch reine Wasserstoffsuperoxyd besonders da gute Dienste leisten können, wo unsere sonstigen giftigeren und vor allem stärker ätzenden Desinfektionsmittel nicht angezeigt erscheinen. So ist in der Augen-, Ohren- und namentlich in der Zahnheilkunde, wie erwähnt, seine Anwendung von Erfolg begleitet. Hier kommen bei den verschiedensten Erkrankungen der Mundhöhle die antiseptischen und hämostatischen Eigenschaften des Mittels in ausgezeichneter Weise zur Geltung und lassen das reine Präparat um so brauchbarer erscheinen, als es von den auf Zahnbein und Zahnwurzeln so schädlich wirkenden Mineralsäuren gänzlich frei ist.

Zum Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Fränkel für die freundliche Uebernahme des Referats und Überlassung der Hülfsmittel des Hygien. Instituts, insbesondere auch Herrn Prof. Dr. Sobernheim für die Anregung zu dieser Arbeit und Unterstützung bei Anfertigung derselben meinen besten Dank auszusprechen.

Tabellen.

I. Einwirkung verdünnter Lösungen (3% u. 5%) des H_2O_2 auf Bakterien.

1. Staphylokokken.

3%ige Lösung des H_2O_2			5%ige Lösung des H_2O_2
neutrale Lösung	saure Lösung	alkalische Lösung	
+	+	+	½ Std.
+	+	+	1 Std.
+	+	+	2 Std.
+	+	+	3 Std.
+	+	+	4 Std.
+	+	+	5 Std.
+	+	+	8 Std.
+	+	+	12 Std.
+	+	+	24 Std.
+	+	+	1 Std.
+	+	+	3 Std.
+	+	+	6 Std.
+	+	+	9 Std.
+	+	+	12 Std.
+	+	+	24 Std.

2. Typhusbacillen.

3%ige Lösung des H_2O			5%ige Lösung des H_2O_2
neutrale Lösung	saure Lösung	alkalische Lösung	
+			2 Min.
+			10 Min.
+			20 Min.
+			30 Min.
			45 Min.
			1 Std.
			3 Std.
			6 Std.
			9 Std.
			2 Min.
			10 Min.
			20 Min.
			30 Min.
			45 Min.
			1 Std.

3. Diphtheriebacillen.

	3% ige Lösung des H_2O_2									5% ige Lösung des H_2O_2					
	½ Std.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.	6 Std.	8 Std.	12 Std.	24 Std.	1 Std.	3 Std.	6 Std.	9 Std.	12 Std.	24 Std.
neutrale Lösung	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
saure Lösung	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
alkalische Lösung	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

4. Milzbrandsporen-Seidenfäden.

	3% ige Lösung des H_2O_2					5% ige Lösung des H_2O_2				
	2 Std.	4 Std.	6 Std.	8 Std.	10 Std.	2 Std.	4 Std.	6 Std.	8 Std.	10 Std.
neutrale Lösung	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–
saure Lösung	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–
alkalische Lösung	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

II. Einwirkung des **unverdünnten, hochprocentigen** H_2O_2 auf Bakterien.

	2 Min.	5 Min.	10 Min.	20 Min.	40 Min.	1 Std.	2 Std.	4 Std.	8 Std.	10 Std.
Staphylokokken	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Typhusbacillen	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Diphtheriebacillen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Litteratur.

1. Altehöfer. Centralbl. für Bacteriol. Bd. 8, 1890.
2. Baldy. De l'eau oxygénée 1883. Paris.
3. Barbolain. Etude sur l'eau oxygénée. Thèse de Paris 1883.
4. Barker cit. bei Altehöfer.
5. P. Bert et Regnard: Compt. rend. de l'acad. — C. R. de la soc. de biol. 1882 u. 1885.
6. Bettmann: Peroxide of hydrog. Chicago 1885.
7. Böttcher cit. bei Hesse.
8. v. Bruns: Berl. Klin. Wochenschr. 1900. No. 19.
9. Chamberland et Fernbach. Ann. de l'inst. Past 1883. p. 441.
10. Lucas Championnière: Bull. de l'acad. de méd. 1898 und Journal de méd. et de chir. 1898 p. 929.
11. Duprey cit. bei Hesse.
12. Eaglaton: Philad. med. reporter 1891.
13. Ferrara cit. bei Laurens: De l'eau oxygénée, Thèse de Paris. 1899.
14. Gibier Verhandlung d. X. internat. Aerztekongress. Berlin 1890.
15. Guttmann Virch. Arch. Bd. 73 u. 75.
16. Graff Virch.-Hirsch Jahresber. 1891. II.
17. Hanriot cit. bei Hesse.
18. Hesse Apoth. Zeitg. 1900.No. 77.
19. v. Hettinga-Tromp. Dissertation cit. bei Altehöfer.
20. Honsell. Beiträge zur kl. Chirurg. 1900. Bd. 27.
21. Kingzett Annales de l'inst. Past. 1893. p. 441.

22. Love Philad. med. Times. 1888 p. 362.
23. Lustig cit. bei Hesse.
24. Miquel. Annuaire de l'observat. de Montsouris. 1884.
25. O. Müller, Deutsch. med. Wochenschrift. 1900. No. 46.
26. Obermüller Deutsche Aerzteztg. 1895. No. 5.
27. Osann cit. bei Hesse.
28. Pane Bullet. della Reale Accad. di Roma 1890. H. I.
29. Péan Gazette des hôpit. 1882.
30. Plagge und Schumburg. Veröffentlichungen aus den Geb. d. mil. Sänitätswesens. Heft 15.
31. Politzer Monatsschr. für Ohrenheilk. 1898. Bd. 8.
32. Schiloff Ref. Baumgartens Jahresbericht 1895. p. 524.
33. Schnirer Kl. therap. Wochenschr. 1900. No. 51.
34. Stöhr Deutsch. Arch. für kl. Med. 1868 3 III p. 421.
35. Traube cit. bei Hesse.
36. Traugott Zeitschr. für Hyg. Bd. 14. p. 427.
37. Touchard Bull. gén. de thérap. No. 6. 8. 10. 11—1899.
38. Thiriar Bull. med. 1900. No. 8.
39. Uffelmann Jahresb. üb. Fortschr. u. Leistungen auf dem Geb. d. Hygiene Bd. VI. p. 47.
40. Vacher Congrès d'Ophthalm. 1897.
41. Wolffenstein Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1894.

Lebenslauf.

Am 7. Februar 1877 wurde ich — Hermann Victor Hugo Decius — als Sohn des am 24. Februar 1901 verstorbenen Konditors Hermann Decius zu Minden i. W. geboren. Nachdem ich Ostern 1896 auf dem Gymnasium meiner Heimatstadt das Reifezeugnis erhalten, bezog ich die Universität Marburg, wo ich Ostern 1898 das Tentamen physicum bestand. Dann studierte ich je ein Semester in Freiburg i. B. und Kiel, um den Rest meiner Studienzeit in Halle a. S. zuzubringen, wo ich am 28. März 1901 das ärztliche Staatsexamen bestand. Während der Monate Juli, August und September desselben Jahres war ich Volontärarzt an der Königl. Univ.-Frauenklinik zu Halle a. S. Vom 1. Oktober 1901 bis 1. Oktober 1902 war ich als Assistenzarzt am Stadtlazareth am Olivaerthor in Danzig beschäftigt.